

Recherches sur le rapport entre le flux de sève, la transpiration et la vigueur dans la vigne selon le mode de conduite

par

A. CALÒ¹⁾, F. GIORGESSI¹⁾, L. SANSONE¹⁾, D. TOMASI¹⁾ and G. ZERBI²⁾

¹⁾ Istituto Sperimentale per la Viticoltura, Conegliano (TV), Italia

²⁾ Dipartimento di Produzione Vegetale e Tecnologie Agrarie, Università di Udine, Italia

Résumé : La recherche s'est déroulée sur une période de deux ans (1995-96) et a été mise en oeuvre dans une zone viticole de plaine de l'Italie du nord-est. Dans un vignoble expérimental de Tocai friulano et de Chardonnay, nous avons comparé deux systèmes de conduite, l'un à végétation ascendante et l'autre à végétation retombante, dans le but d'analyser les éventuelles relations entre l'activité végétative et la transpiration. Les résultats ont mis en évidence que les vignes du système retombant présentent une activité végétative et un flux de transpiration plus bas, alors que les vignes du système ascendant ont une activité végétative et un flux de transpiration plus élevés. La recherche a démontré que la transpiration peut expliquer de façon déterminante le développement végétatif différent observé dans les deux systèmes de conduite.

Research on the relationship between sap flow, transpiration and vigour of grapevine with regard to the trellis system

Summary : This trial was carried out in a viticultural area of northeastern Italy, during 1995 and 1996. In a Tocai friulano and Chardonnay vineyard, we compared two training systems: single curtain with downward-oriented shoots and spur cordon with upward-oriented shoots. The results emphasize that in vines with downward-oriented shoots vegetative growth and sap flow are lower than in upward-oriented shoots and, moreover, that the rate of transpiration can explain the differences in vigour and vegetative development.

Key words : training system, transpiration, vigour.

Introduction

L'hypothèse de départ est qu'une vigueur élevée de la vigne est liée à une croissance végétative intense et durable. Cette activité peut être influencée par diverses techniques culturales (fumure, système de conduite, densité de plantation, charge en bourgeons, gestion du sol, etc.), par des conditions éco-pédologiques déterminées (fertilité du sol, précipitations, etc.), ainsi que, bien entendu, par le génotype (greffon et porte-greffe).

La vigne réagit à ces facteurs externes en modifiant ses propres activités physiologiques et c'est ainsi que la transpiration, dont dépend le mouvement ascensionnel de la sève à travers laquelle se produit une grande partie du transport hydrique et minéral vers les organes aériens, pourrait être l'activité la plus déterminante. Ainsi une activité de transpiration élevée induite par des conditions externes favorables, porterait les plantes, si elles sont bien alimentées, à une activité végétative plus intense ou inversement dans le cas de contrainte de l'environnement.

Sur la base de cette hypothèse, une recherche a donc été mise en oeuvre sur deux systèmes de conduite différents quant à l'expression végétative qu'ils déterminent dans les ceps: cela afin de vérifier un lien éventuel entre la transpiration et le rendement végétatif et productif de la partie aérienne ou encore entre la transpiration et la vigueur.

Matériel et Méthodes

La recherche a été effectuée en 1995 et 1996 dans un milieu viticole de plaine en Italie du nord-est (Lat. N 45° 52' 40"; Long. E 12° 17' 5"), au domaine agricole de l'Istituto Sperimentale per la Viticoltura de Conegliano (TV).

Deux systèmes de conduite ont été comparés: l'espalier taillé en cordon à coursons (Royat) à végétation ascendante et le rideau simple (RS) à végétation retombante (Fig. 1). Ce dernier induit moins de vigueur que le cordon à coursons (KLIEWER *et al.* 1989; INTRIERI *et al.* 1991). L'essai a été effectué sur deux cépages, le Tocai friulano, assez vigoureux et le Chardonnay, moins vigoureux. On a adopté un dispositif à split-plot à 3 répétitions, où le cépage a été mis dans les parcelles et le système de conduite dans les sub-parcelles. La sub-parcelle comprenait 60 vignes disposées en nombre égal sur 3 rangs. Les mesures ont été effectuées sur le rang central de 20 vignes utiles.

Dans les deux systèmes de conduite et cépages, les vignes avaient un écartement de 2,5 m entre les rangs (D) et de 2,0 m sur le rang (E) et elles ont été taillées avec 40 bourgeons chacune (8 bourgeons par m²). Dans la Fig. 1, on reporte certains paramètres des deux systèmes de conduite, représentant les systèmes utilisés dans la zone d'expérimentation. Dans cette zone, la hauteur (h) des cordons est relativement élevée à cause de l'environnement plutôt plu-

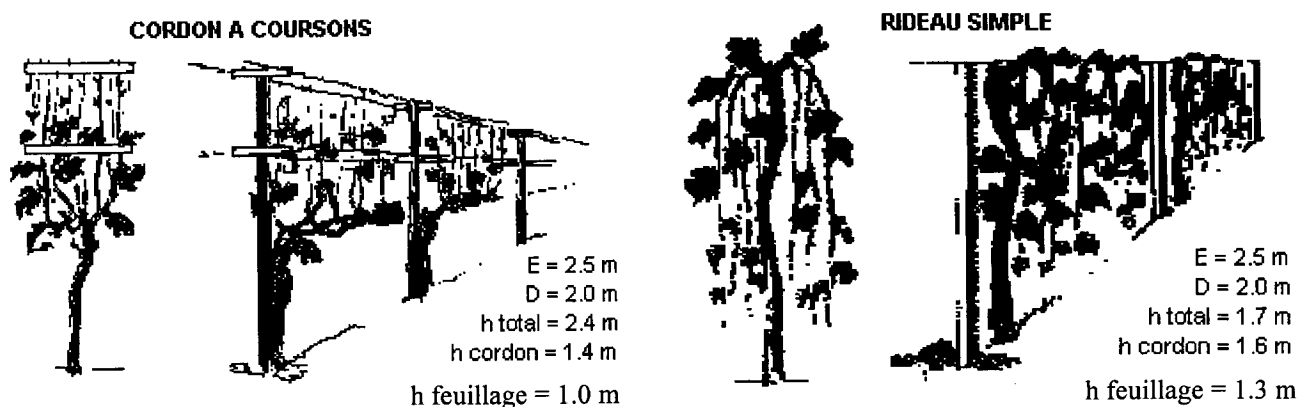


Fig. 1: Systèmes de conduite.

Training systems.

vieux (1240 mm par année) et humide et celle du système RS est encore plus élevée à cause des rameaux retombants.

La vigueur des vignes a été évaluée en relevant, à la véraison, la moyenne de la longueur et du nombre de feuilles des rameaux principaux et de leurs entre-coeurs; le poids moyen de la grappe à la vendange, et le poids de bois de taille en hiver (expression végétative), ont aussi été notés.

Pour chaque traitement des mesures de photosynthèse, de conductance stomatique, de transpiration, de distribution des assimilats, de potentiel hydrique foliaire, d'humidité du terrain ont été effectuées. L'indice foliaire LAI et certains indices physiologiques comme la surface foliaire exposée potentielle (SFEP) et réelle (SFER) ont aussi été déterminés. Pour chaque cépage, enfin, on a relevé le nombre et le diamètre moyen de vaisseaux du xylème.

Les mesures de photosynthèse et de conductance stomatique ont été effectuées au cours de journées ensoleillées avec un analyseur à gaz infrarouges ADC-LCA2, fonctionnant en circuit ouvert, relié à une "Parkinson Leaf Chamber" (Analytical Development Company, Hoddesdon, UK). Chaque lecture a été réalisée en maintenant l'analyseur à l'état de "steady state" et les feuilles dans leur angle d'exposition naturelle. Une vigne moyenne par traitement a été retenue pour ces mesures, sur laquelle on a choisi 18 feuilles (6 feuilles de la zone basale, 6 feuilles de la zone médiane et 6 feuilles de la zone apicale exposées moitié à l'est et moitié à l'ouest) par époque (avant et après la véraison). On a calculé la photosynthèse et la conductance stomatique selon ce qui a été proposé par VON CAEMMERER et FARQUHAR (1981). La transpiration a été mesurée pendant 10 jours au cours de la période d'allongement des rameaux et pendant 10 jours au cours de la période de maturation du raisin.

Des capteurs de flux de la sève brute fonctionnant selon la méthode du bilan de chaleur (SAKURATANI 1984; BAKER et VAN BAVEL 1987) ont été utilisés. Les capteurs ont été fabriqués au laboratoire selon les indications de SENOCH et HAM (1993); l'erreur affectant ces mesures est estimée à environ 5-10 % (LASCANO *et al.* 1992; LOVISOLO et SCHUBERT 1998). Les capteurs ont été placés à la base des 6 rameaux (3 exposés à l'est et 3 à l'ouest) par traitement, sur les mêmes vignes choisies au préalable pour les mesures de photosynthèse. Cependant, les mesures de photosynthèse et de transpiration n'ont pas toujours concerné les mêmes feuilles. Les

données ont été recueillies à une fréquence de 15 s et leur moyenne a été calculée toutes les 12 min avec un datalogger CR10 (Campbell, Scientific Corporation), couplé à un multiplexeur AM 416 (Campbell).

La transpiration du rameau a été rapportée à sa surface foliaire et exprimée en grammes d'eau par m² de surface foliaire par heure (g·m⁻²·h⁻¹). La distribution des assimilats a été évaluée par la détermination, juste après la véraison, de la matière sèche dans les organes aériens individuels: rameau principal (R), entre-coeur (r), feuilles du rameau principal (F), feuilles des entre-coeurs (f), grappes (gr). Le potentiel hydrique foliaire a été mesuré avec la chambre à pression de Scholander (fabriquée au laboratoire), sur 11 feuilles par traitement et par les mêmes journées choisies pour les échanges gazeux. La surface foliaire a été mesurée à la véraison sur deux ceps par traitement, selon la méthode non destructive proposée par CARBONNEAU (1976).

La mesure de l'éclairement des feuilles par la détermination de la SFER (SFER = LAI · % éclairement) a été effectuée à la véraison avec un capteur PAR (LI 190 SA, LICOR, Lincoln, NE, USA). Le pourcentage d'éclairement a été déterminé par le rapport entre la valeur mesurée sur un échantillon de feuilles en positionnant le capteur sur le sinus pétiole et la valeur maximale obtenue en dirigeant le capteur vers le soleil. La SFEP a toujours été déterminée à la véraison, selon la méthode CARBONNEAU (1995); elle est exprimée en m² par m de sol.

Le nombre et le diamètre des vaisseaux du xylème ont été déterminés sur des coupes transversales, obtenu à partir des rameaux de Tocai friulano et de Chardonnay, en utilisant un microscope optique (Mod. 475057, ZEISS, Allemagne) avec oculaire micrométrique (Mod. W 10 x / 25, ZEISS, Allemagne). Un bilan hydrique a également été réalisé afin de suivre l'évolution des réserves hydriques (RU) dans le sol et intervenir avec l'irrigation (méthode par goutte à goutte) quand l'eau disponible descendait au-dessous de 50 %. On a employé l'équation de bilan hydrique suivante: I (irrigation) = (ETm x KD) - Pu (pluies utiles) - AF (apports de couche) - RU (réserves hydriques utiles dans le sol). L'ETm a été estimée avec l'évaporomètre Pam de "classe A", en utilisant les coefficients de conversion (Ep) et de culture (Kc) suggérés par la littérature (DOOREMBOS et PRUITT 1977). Pour l'irrigation on a utilisé un coefficient de déficit hydi-

que ($KD=ETa/ETm$) de 70 %. Les Pu ont été estimées selon GIARDINI (1977). Etant donné sa profondeur considérable (20 m), les apports de la nappe phréatique n'ont pas été considérés dans le bilan. Il en est de même pour les pertes par ruissellement puisque le terrain est plat.

L'humidité du sol a été mesurée tous les 10-15 jours à la profondeur de 20, 40, 60, 80 et 100 cm, avec la méthode "Time domain reflectometry" (Trime, IMKO, Ettlingen, Allemagne).

Afin d'évaluer l'effet du rayonnement intercepté par les deux systèmes de conduite sur la transpiration, on a réalisé un bilan radiatif du couvert végétal (c), selon d'équation suivante: $LEc + Hc + Rnc + S = 0$ (HEILMAN *et al.* 1996), où LEc (chaleur latente de transpiration) a été obtenu en multipliant l'eau transpirée ($g \cdot m^{-2}$ de sol) par la chaleur latente d'évaporation; Rnc (rayonnement net) a été estimé avec le modèle: $Rnc = Rn (1 - \exp(-0.42 \cdot LAI))$ (RITCHIE 1990; PERESSOTTI 1992), la Rn a été déterminée d'après la méthode FAO, à partir des données de Rs (SMITH 1990); S (chaleur stockée dans le couvert végétal) n'a pas été considéré à cause de sa valeur très basse; Hc (chaleur sensible dans l'atmosphère) a été calculé comme valeur résiduelle.

Rappelons enfin que les rendements végétatifs et productifs de la partie aérienne ou "puissance" (R.A.V. = rendement raisin + rendement bois de taille, exprimé en grammes de matière sèche par vigne), ont été pris en considération comme index pour évaluer l'activité globale des vignes.

Résultats

Paramètres climatiques: Les Figs. 2 A, B montrent quelques caractéristiques climatiques des deux années de recherche en comparaison avec les valeurs moyennes (série historique de 67 ans) ainsi que l'humidité du sol au cours du cycle végétatif. On peut constater (Fig. 2 B) que l'eau disponible n'est jamais inférieure à 50 %.

Paramètres végétatifs et productifs: Pour le rideau simple (RS), les résultats suivants ont été observés (Tab. 1): la longueur moyenne des rameaux principaux et des entre-cœurs est plus petite; le nombre de feuilles sur les rameaux principaux n'est pas significativement différent; le poids de bois de taille est plus faible et le poids

moyen de la grappe est plus important. Le système RS présente par ailleurs une quantité de matière sèche plus basse que le système à végétation ascendante, mais en pourcentage une plus grande accumulation dans la grappe par rapport aux autres organes aériens (rameaux, feuilles) (Tab. 1). Ces différences concernant la matière sèche, observées juste après la véraison, se conservent aussi à la vendange (données non reportées). Le même comportement décrit ci-dessus a été relevé dans le Tocai friulano et le Chardonnay.

Paramètres et indices physiologiques: Pour les deux cépages, les données concernant la photosynthèse maximale, la conductance stomatique maximale et le potentiel hydrique foliaire ne mettent pas en évidence de différences entre les deux systèmes de conduite (Tab. 2). Le système RS a par contre une surface foliaire totale plus petite, un LAI plus faible, une SFer plus petite, une tendance à avoir une SFep plus petite (Tab. 3) et une photosynthèse moyenne, mesurée tout au long de la journée, plus basse pour le cépage Tocai friulano (Fig. 3), comme le rapportent par ailleurs d'autres auteurs (SCHUBERT *et al.* 1995). L'évolution au cours de la journée de la photosynthèse moyenne suit l'évolution du PAR soit dans les deux systèmes de conduite soit dans les deux cépages (Fig. 3 A, B). Les différences de photosynthèse entre les deux systèmes de conduite ne sont cependant pas significatives.

Diamètre des vaisseaux du xylème: Le cépage Chardonnay montre un nombre de vaisseaux du xylème ainsi que leur diamètre inférieurs à ceux du cépage Tocai friulano (Tab. 2).

Transpiration: Les résultats de la transpiration obtenus dans la période juillet-août en l'absence de contrainte hydrique sont reportés ci-dessous; ces résultats se rapportent à une journée de plein soleil et à une journée à ciel couvert, comme exemple d'une série plus étendue reflétant la même évolution. On observe (Fig. 4) que le système RS présente une transpiration plus faible que le système ascendant et cela pour les deux cépages et pour les deux situations d'éclairement. La quantité d'eau transpirée par unité de surface foliaire du cépage Tocai friulano est supérieure à celle transpirée par le cépage Chardonnay. On fait observer de même, que les évolutions de la transpiration et celles de la photosynthèse se différencient entre elles, et

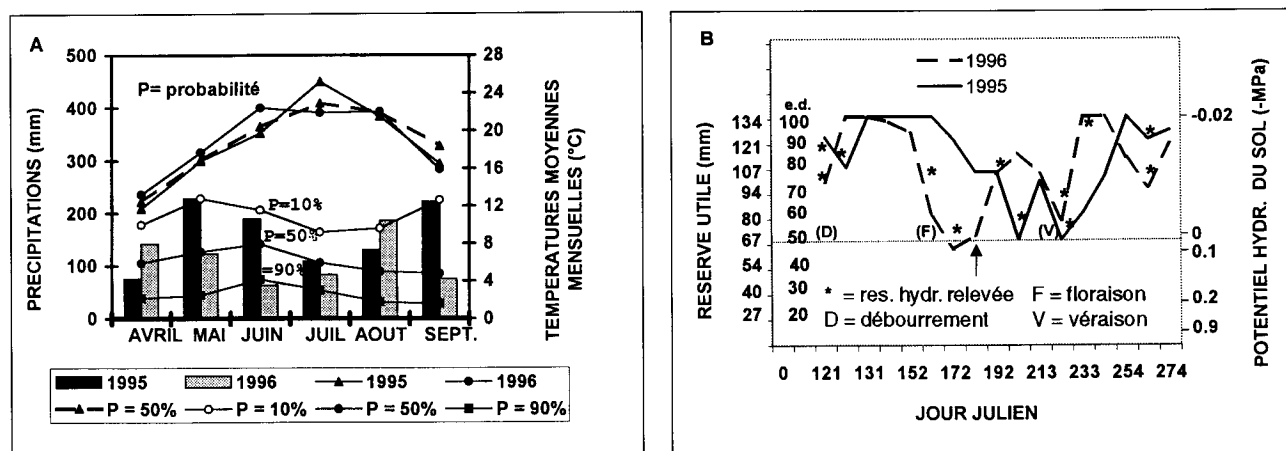


Fig. 2: Données climatiques (1995, 1996) et série historique (67 ans, A); évolution de l'eau dans le sol pendant les mêmes années (B).

Climatic factors (67 years) and climatic data in 1995 and 1996 (A); trend of soil water reserves during some years (B).

Tableau 1

Paramètres de la production relevés à la vendange et répartition de la matière sèche relevés juste après la véraison

Parameters of productivity at harvest and distribution of dry matter measured just after veraison

Paramètres productifs	1995				1996			
	Tocai friulano		Chardonnay		Tocai friulano		Chardonnay	
	asc.	ret.	asc.	ret.	asc.	ret.	asc.	ret.
Longueur R (m)	1.8 a	1.4 a	2.05 a	1.66 b	1.75 a	1.32 b	2.05 a	1.67 b
F / R	19.5 a	18.5 a	22.3 a	22.5 a	21 a	23 a	28.3 a	27 a
r / R	3.9 a	5.4 a	12.8 a	11.3 a	15 a	13.8 a	17.3 a	18.3 a
Longueur r	0.06 a	0.04 b	0.062 a	0.036 b	0.16 a	0.08 b	0.06 a	0.03 b
Poids bois (kg·cep ⁻¹)	3.25 a	2.13 b	2.8 a	1.8 b	3.45 a	3 b	2.45 a	2.1 b
Infl / rameau	0.98 a	0.95 a	1.21 a	1.18 a	1.00 a	0.96 a	1.22 a	1.16 a
Poids moyen gr (g)	1.28 b	146 a	88.9 a	92.6 a	120.8 b	155.8 a	105.2 a	116.5 a
m.s. gr (g)	22.7 b	34.4 a	13.5 b	23.5 a	12.05 a	12.24 a	15.8 a	12.8 b
(%)	20	41	14	29	12.9	20.2	14.2	20.8
m.s. (R + r + F + f) (g)	93 a	49.7 b	84 a	56.6 b	81.2 a	48.4 b	95.9 a	48.69 b
(%)	80	59	86	71	87.1	79.8	85.8	79.2
m.s. totale (g)	115.7 a	84.1 b	97.5 a	80.1 b	93.25 a	60.64 b	111.7 a	61.49 b

R = rameau principal; r = entre-cœur; F = feuilles du rameau principal; f = feuilles des entre-cœurs; gr = grappes; Infl = inflorescences; m.s. = matière sèche. Lettres égales = ns; lettres différentes = valeurs significatives à $P \leq 0.05$.

R = primary shoot; r = secondary shoot; F = primary shoot leaves; f = secondary shoot leaves; gr = bunch; m.s. = dry matter; Infl = inflorescences. Unequal letters differ significantly according to Duncan's test ($P \leq 0.05$).

Tableau 2

Photosynthèse (A), conductance stomatique (g_s), potentiel hydrique foliaire (Ψ), eau disponible (e.d.) dans le sol, nombre et diamètre des vaisseaux du xylème (section transversale de 9 mm)

Photosynthesis (A), stomatal conductance (g_s), leaf water potential (Ψ), available soil water (e.d.), number and diameter of xylem vessels (cross section of 9 mm)

Epoque de relève	Ψ	A	g_s	e. d.	Vaisseaux du xylème	
	pre-dawn (-MPa)	max ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	max ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	(%)	nombre ($\text{n}\cdot\text{m}^{-2}$)	diamètre (μ)
Chardonnay					$207 \cdot 10^4 \pm 12.4$	46 ± 8
asc. 10/08/95	2.60 ± 0.48	14.8 ± 2.1	0.23 ± 0.02	87.3		
27/07/96	2.40 ± 0.50	16.4 ± 3.4	0.20 ± 0.02	80		
ret. 10/08/95	2.10 ± 0.26	15.7 ± 4.2	0.30 ± 0.03	87.3		
27/07/96	2.40 ± 0.40	16.8 ± 4.7	0.22 ± 0.02	80		
Tocai friulano					$295 \cdot 10^4 \pm 6.2$	62.6 ± 10.3
asc. 07/07/95	2.10 ± 0.30	19.1 ± 3.9	0.22 ± 0.02	72		
10/08/95	3.10 ± 0.15	15.8 ± 3.8	0.24 ± 0.02	82.6		
04/08/96	2.40 ± 0.50	19.0 ± 3.4	0.25 ± 0.02	90		
ret. 07/07/95	2.40 ± 0.50	19.6 ± 4.2	0.25 ± 0.02	79		
10/08/95	2.86 ± 0.23	15.4 ± 3.2	0.23 ± 0.02	88.6		
04/08/96	2.20 ± 0.40	18.8 ± 1.4	0.26 ± 0.03	90		

tout particulièrement dans le cépage Chardonnay (Figs. 3 B, 4 C) et que cette discordance peut être attribuée à un différent échantillonnage des feuilles, surtout en ce qui concerne leur exposition.

Bilan radiatif: La régression entre la radiation nette du couvert végétal (Rnc) et la différence Rnc-LEc (la

radiation nette du couvert végétal moins la radiation dépensée par l'évapotranspiration), met en évidence que le système RS, bien qu'il ait une hauteur de feuillage supérieure à celle de l'espallier (Fig. 1), présente la plus faible interception du rayonnement (Fig. 5 A, B).

Tableau 3

Index physiologique
Physiological indexes

Index mesures	1995				1996			
	Tocai friulano		Chardonnay		Tocai friulano		Chardonnay	
	asc.	ret.	asc.	ret.	asc.	ret.	asc.	ret.
SFT ($\text{m}^2 \text{vigne}^{-1}$)	7.78	5.60	16.60	14.35	8.99	6.30	17.65	11.82
LAI	1.56	1.12	3.32	2.87	1.80	1.26	3.53	2.36
SFEr (%)	0.42	0.32	0.79	0.63	0.47	0.34	0.84	0.66
SFEp ($\text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} \text{ de sol}$)	0.96	0.82	0.98	0.87	1.10	0.96	1.10	1.18

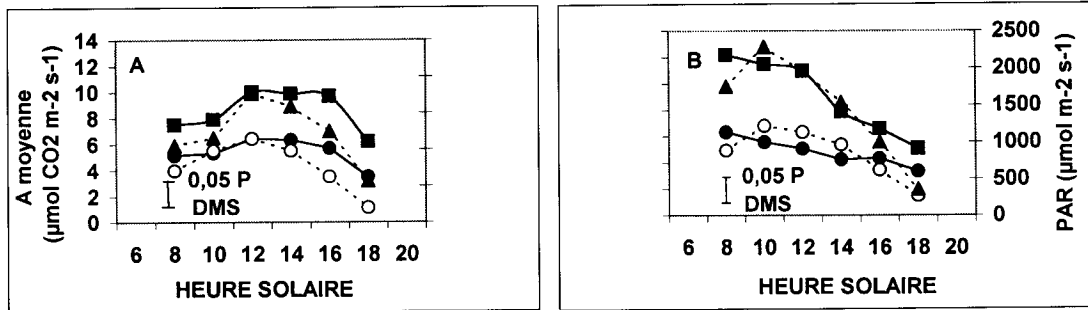


Fig. 3: Evolution journalière de la photosynthèse moyenne relevée à la véraison dans le Tocai friulano (A) et le Chardonnay (B).
■ = $A_{\text{moy. asc.}}$, ▲ = $A_{\text{moy. ret.}}$, ● = PAR asc., ○ = PAR ret. La DMS a été calculée avec $n = 108$.

Diurnal trend of mean photosynthetic rate measured at veraison on cvs Tocai friulano (A) and Chardonnay (B).
■ = A_{mean} upward shoots, ▲ = A_{mean} downward shoots, ● = PAR upward shoots, ○ = PAR downward shoots.
LSD (DMS) is calculated with $n = 108$.

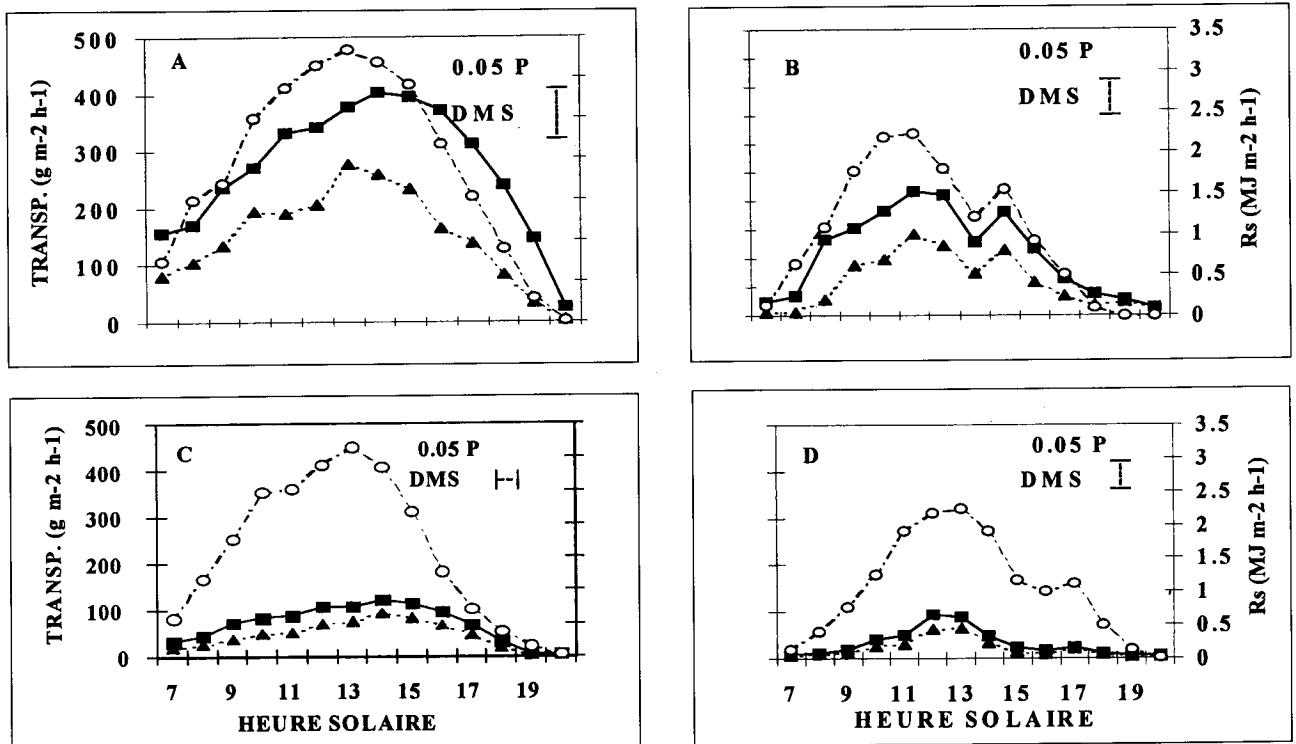


Fig. 4: Flux de transpiration ($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$) avec le ciel clair et couvert, par le Tocai friulano (A, B) et le Chardonnay (C, D); ○ = Rayonnement global (Rs); ■ = Transpiration système végétation ascendante; ▲ = Transpiration système végétation retombante. La DMS a été calculée avec $n = 84$.

Transpiration (sap flow, $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ of leaf area) under clear and overcast conditions: Tocai friulano (A, B); Chardonnay (C, D); ○ = Global radiation (Rs); ■ = Spur-pruned cordon; ▲ = Simple curtain. LSD (DMS) is calculated with $n = 84$.

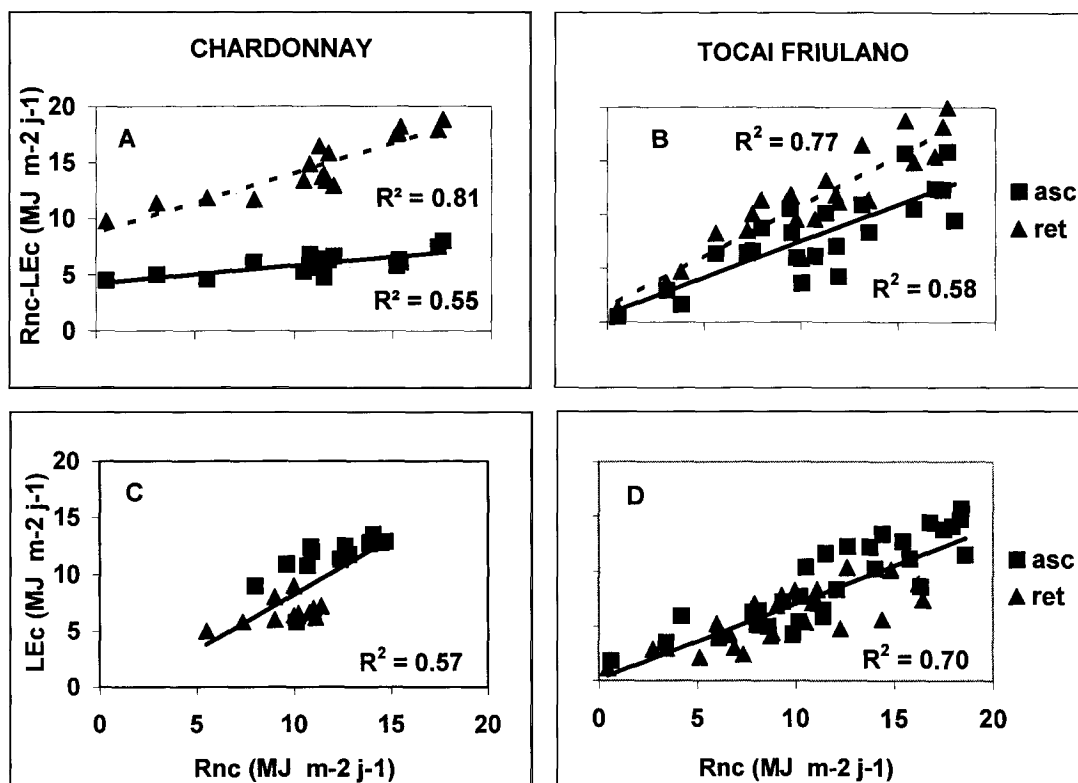


Fig. 5: Relation entre le rayonnement net du couvert végétal (Rnc) et le bilan d'énergie résiduelle (Rnc-Lec) pour le Chardonnay (A) et le Tocai friulano (B); relation entre le rayonnement net du couvert végétal (Rnc) et le flux de vapeur d'eau du couvert végétal (Lec) dans le Chardonnay (C) et le Tocai friulano (D).

Relation between canopy net radiation (Rnc) and residual energy balance (Rnc-Lec) for Chardonnay (A) and Tocai friulano (B); relation between canopy net radiation (Rnc) and canopy water vapour flux (Lec) for Chardonnay (C) and Tocai friulano (D).

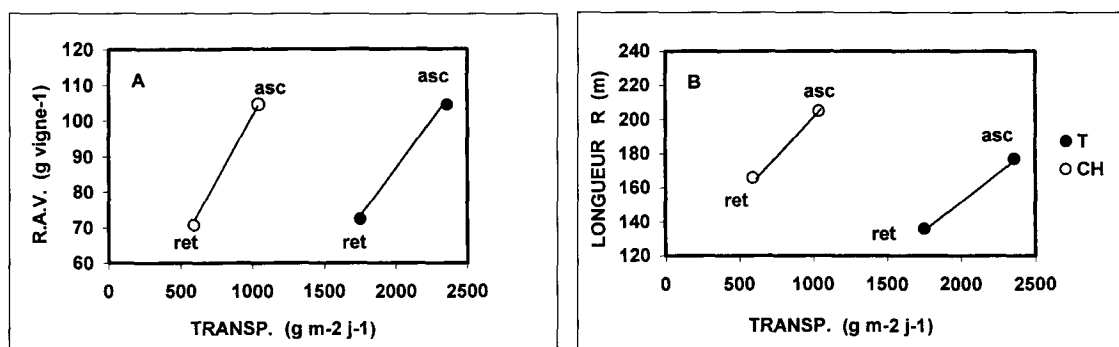


Fig. 6: Relation entre transpiration et R.A.V. et entre transpiration et longueur R (T = Tocai friulano; CH = Chardonnay; R = rameau principal).

Relation between transpiration and vegetative and reproductive yield (R.A.V.) and between transpiration and shoot length (R). (T = Tocai friulano; CH = Chardonnay; R = primary shoot).

Discussion

En tout premier lieu, nous avons observé que l'activité photosynthétique n'a pas été significativement différente entre les deux systèmes de conduite (Fig. 3). Les différences qui caractérisent les deux formes de végétation concernent surtout la transpiration et le développement végétatif.

Les différences dans les flux de transpiration peuvent dépendre du rayonnement intercepté qui est plus faible dans le rideau simple par rapport à l'espalier, ou bien des effets

du, toujours dans le système RS, à la courbure des rameaux et en conséquence à l'étranglement des vaisseaux du xylème. L'application du modèle proposé par RITCHIE (1972) et PERESSOTTI (1992) démontre que les différences de transpiration entre les systèmes peuvent dépendre dans une large mesure des différentes valeurs de LAI (Fig. 5 C, D): avec des valeurs de $R^2 = 70\%$ dans le Tocai friulano et de 57% dans le Chardonnay.

La quantité plus faible de matière sèche produite par le RS est une conséquence pratique des paramètres rappelés

ci-dessus: SFE réelle et potentielle moins importante, mais surtout une transpiration plus basse dont la conséquence est d'avoir des rameaux principaux et des entre-coeurs plus courts et une puissance inférieure par rapport à l'espalier, à cause principalement de l'alimentation hydrique et minérale des organes aériens réduite. La relation entre la transpiration et la puissance (R.A.V.) (Fig. 6 A) et entre la transpiration et la longueur des rameaux principaux (LR) (les résultats seraient les mêmes si on remplaçait les rameaux principaux par les entre-coeurs, Tab. 1) mettent en évidence (Fig. 6 B) que lorsque la transpiration augmente, la R.A.V. et la LR augmentent aussi. Par ailleurs, ces relations mettent également en évidence un rendement de transpiration très semblable entre les deux cépages ainsi qu'une transpiration plus importante du cépage Tocai friulano pour lequel l'influence du nombre et du diamètre des vaisseaux du xylème est fondamentale. Ces observations permettent de déduire, en l'absence de contrainte hydrique, que la puissance de la vigne et la longueur des rameaux principaux, celle-ci étant considérée comme expression de vigueur, sont nettement corrélées au flux de transpiration.

Il faut rappeler enfin que la plus faible quantité de matière sèche est distribuée de façon différente dans les organes aériens des deux systèmes de conduite. En effet, on observe des pourcentages plus élevés dans la grappe par rapport aux rameaux dans le système RS, à cause du rameau ("source") moins dominant sur la grappe ("sink"); cela est la conséquence du développement végétatif plus faible, étant donné que la fertilité est semblable au départ (Tab. 1). Dans notre cas, en l'absence de contrainte hydrique, cela peut être sûrement avantageux pour la production, alors qu'en présence de contrainte, le système RS peut porter à des résultats végétatifs, productifs et de maturation du raisin négatifs (GIORGESSI *et al.* 1996).

Les vignes du système RS présentent donc une sensibilité plus importante à la contrainte hydrique, mais en même temps une transpiration plus basse. Une de nos recherches, où les systèmes RS et espalier seront comparés avec la même interception du rayonnement, a été mise en place pour expliquer cette contradiction apparente. Nous partons de l'hypothèse que dans un environnement à disponibilités énergétiques non élevées (une moyenne de 1750 h de soleil par année), le système RS peut pénaliser les accumulations dans les racines, en plus de limiter celles du rameau, à cause des accumulations plus importantes dans la grappe. La compétition la plus forte serait justement entre grappes et racines, à cause de l'importance de ces organes dans le stockage des substances de réserve. Cette compétition conduirait, en conséquence, à des racines moins développées par rapport à celles des systèmes de conduite à végétation ascendante et par conséquent, à une sensibilité plus importante face à des situations externes difficiles.

Conclusions

Suite à la discussion, on peut conclure que la puissance et la vigueur de la vigne sont corrélées à la transpiration. Il a été mis en évidence que la transpiration est influencée par le rayonnement intercepté par l'appareil foliaire et par conséquent par son architecture et éventuellement par son port.

Par ailleurs, il a été constaté que la distribution des assimilats entre les organes aériens se fait en fonction des rapports antagonistes qui se créent entre "sink" et "source". Les rapports sont aussi une conséquence de la disposition des rameaux.

La puissance et la vigueur moins importantes pour les systèmes de conduite de la vigne à végétation retombante par rapport à celles des systèmes à végétation ascendante ainsi que la distribution différente des assimilats dans les organes aériens, sont la conséquence pratique des actions décrites ci-dessus.

Références

- BAKER, J. M.; VAN BAVEL, C. H. M.; 1987: Measurement of mass flow of water in the stems of herbaceous plants. *Plant Cell Environ.* **10**, 777-782.
- CAEMMERER VON, S.; FARQUHAR, G. D.; 1981: Some relationship between the biochemistry of photosynthesis and the gas-exchange of leaves. *Planta* **153**, 376-387.
- CARBONNEAU, A.; 1976: Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. *Connaiss. Vigne Vin* **10**, 141-159.
- ; 1995: La surface foliaire exposée potentielle. Guide pour sa mesure. GESCO, Portugal 3/5, 39-48.
- DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. O.; 1977: Guidelines for predicting crop water requirements. Irrigation and drainage paper, 24, FAO, Roma.
- GIARDINI, L.; 1977: Bilancio idrico e momento di intervento irriguo. *L' Irrigazione* **4**, 29-34.
- GIORGESSI, F.; CALÒ, A.; SANSONE, L.; BORTOLIN, C.; 1996: Confronto tra cordone speronato e cortina semplice, in un ambiente viticolo dell'Italia nord-orientale: influenza dell'intervento irriguo. *Riv. Viticolt. Enol.* **49** (2), 3-13.
- HEILMAN, J. L.; MCINNES, K. J.; GESCH, R. W.; LASCANO, R. J.; SAVAGE, M. J.; 1996: Effects of trellising on the energy balance of a vineyard. *Agricult. Forest Meteorol.* **81**, 79-93.
- INTRIERI, C.; PONI, S.; FILIPPETTI, O.; SILVESTRONI, O.; COLUCCI, E.; 1991: Indagini poliennali su forme di allevamento della vite tradizionali e innovative utilizzate in Emilia-Romagna. *Riv. Viticolt. Enol.* **4**, 319-328.
- KLIEWER, W. M.; BOWEN, P.; BENZ, M.; 1989: Influence of shoot orientation on growth and yield development in Cabernet Sauvignon. *Amer. J. Enol. Viticult.* **40**, 259-264.
- LASCANO, R. G.; BAUMHARDT, R. L.; LIPE, W. N.; 1992: Measurement of water flow in young grapevines using the stem heat balance method. *Amer. J. Enol. Viticult.* **43**, 159-165.
- LOVISOLO, C.; SCHUBERT, A.; 1998: Effects of water stress on vessel size and xylem hydraulic conductivity in *Vitis vinifera* L. *J. Exp. Bot.* **49**, 693-700.
- PERESSOTTI, A.; 1992: Bilancio energetico in superfici vegetali discontinue. PHD Thes. Univ. of Udine, Rome.
- RITCHIE, J. T.; 1990: Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Res.* **8**, 1204-1212.
- SAKURATANI, T.; 1981: A heat balance method for measuring water flux in the stem of intact plants. *J. Agriculture. Meteorol.* **37**, 9-17.
- SCHUBERT, A.; RESTAGNO, M.; NOVELLO, V.; PETERLUNGER, E.; 1995: Effects of shoot orientation on growth, net photosynthesis and hydraulic conductivity of *Vitis vinifera* L. cv. Cortese. *Amer. J. Enol. Viticult.* **46**, 324-328.
- SENOCH, R.; HAM, J. M.; 1993: Heat balance sap flow gauge for small diameter stems. *Plant Cell Environ.* **16** (5), 593-601.
- SMITH, T. A.; 1990: F.A.O. Reports: Consultation of F.A.O. methodologies for prediction of crop water requirements. F.A.O. Rome.

Reçu le 2 Juin 1998